Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Göttingen
Direktor: Prof. Dr. Stich.

192

Lane Medical Library

Über Blutgruppen bei Tieren

SMITH ELY JELLIFFE

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Georg-August-Universität Göttingen

von

Karl-Ewald Herlyn
approb. Arzt

GÖTTINGEN
Gedruckt bei Hubert & Co., G.m.b.H.
1928

Dissertation der medizinischen Fakultät Göttingen
vorgelegt am 20. Februar 1928.

Referent: Professor Dr. K. H. Bauer.
Korreferent: Professor Dr. Stich.

Diese Arbeit ist in der Zeitschrift „Züchtungskunde“ Bd. 3, Heft 5, 1928, erschienen.
Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde, E. V.,
Sitz Göttingen.

Über Blutgruppen bei Tieren.

Von K.-E. Herlyn.

Aus der Chir. Univ.-Klinik Göttingen.
(Dir. Prof. Dr. R. Stich.)

I. Hämagglutination.

1. Allgemeines über Hämagglutination.

Von den drei hauptsächlichen serologischen Eigenschaften des Blutes, der Agglutination, Hämolyse und Komplementbindung ist die Hämagglutination die ausgeprägteste. Im allgemeinen versteht man unter *Agglutination* die Zusammenballung korpuskulärer Elemente durch ein Agens, wie sie von Typhusbazillen durch Serum Typhuskranker bekannt ist; unter *Hämagglutination* versteht man dementsprechend eine Zusammenballung roter Blutkörperchen, die dann auftritt, wenn die roten Blutkörperchen mit einem geeigneten Serum zusammengebracht werden.

Diese Reaktion setzt in den roten Blutkörperchen das Vorhandensein einer agglutinablen Substanz (*Agglutinogen*) voraus und im Serum das Vorhandensein eines dieses Agglutinogen spezifisch agglutinierenden Antikörpers (*Agglutinin*). Eine spezifische Bindung von Agglutinin an die roten Blutkörperchen und bestimmte chemisch-physikalische Eigenschaften des Serums sind die Bedingungen für das Zustandekommen der Hämagglutination (Lattes).

Schematisch kann man sich diesen Vorgang vorstellen, wie er in einer späteren Abbildung zur Erklärung der Bindungen bei menschlichen Blutkörperchen dargestellt ist (Figur 3).

Wenn die roten Blutkörperchen die Agglutinogene A besitzen und im Serum das betreffende Agglutinin α vorhanden ist, tritt eine Bindung der roten Blutkörperchen mit Hilfe des spezifischen Agglutinins ein. Die Bindung des größten Teiles der roten Blutkörperchen, in praxi fast aller, ruft dann die auch makroskopisch sichtbare Agglutination hervor.

Schon *auf dem Objektträger* ist die Agglutination leicht darstellbar. Mischt man einen kleinen Tropfen Blut mit Serum, so bleibt bei negativem Ausfall die Mischung gleichmäßig undurchsichtig, bei positivem Ausfall bilden sich Klümpchen und Haufen, die sich in dem jetzt ganz klar und durchsichtig werdenden Serum immer mehr zusammenballen.

Im *Mikroskop* erkennt man dann die zusammengeballten roten Blutkörperchen.

Figur 1 stellt das mikroskopische Bild einer gleichmäßigen Verteilung der roten Blutkörperchen, Figur 2 das einer positiven Reaktion dar.

2. Eigenschaften der agglutinablen Substanzen.

Man unterscheidet drei verschiedene Möglichkeiten der Hämagglutination. Tritt sie zwischen Serum und roten Blutkörperchen desselben Individuums auf, nennt man sie *Autoagglutination,* zwischen Serum und roten Blutkörperchen von Individuen derselben Spezies *Isoagglutination,* zwischen Individuen verschiedener Spezies *Heteroagglutination.*

Es sind durch eine große Anzahl von Untersuchungen Gesetze und Regeln für das Vorkommen von agglutinablen Substanzen aufgestellt, von denen zwei zum Verständnis der Hämagglutination besonders wichtig sind.

1. Das Blut eines Menschen kann von dem Serum anderer Menschen und vieler Tiere agglutiniert werden, und ebenso kann das Serum eines Menschen die Blutkörperchen anderer Menschen und verschiedener Tierspezies agglutinieren.

HOOKER und ANDERSON bewiesen experimentell, daß in den roten Blutkörperchen und im Serum verschiedene, d. h. auch mehrere Agglutinogene und Agglutinine nebeneinander vorkommen können.

2. Es ist natürlich nicht möglich, daß die zu einem Agglutinogen gehörigen Agglutinine in demselben Individuum vorkommen, — es würde ja dann eine Reaktion und eine Agglutination im Blutkreislauf des Menschen stattfinden.

VON DUNGERN und HIRSCHFELD konnten nachweisen, daß die Anwesenheit eines Agglutinogens das gleichzeitige Vorhandensein eines Agglutinins ausschließt.

3. Allgemeines über die Methoden der Hämagglutination.

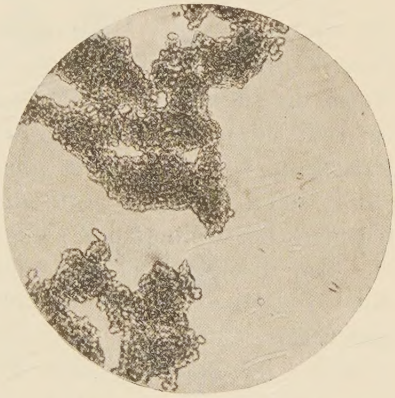
Da sich die aktiven Elemente, die die Hämagglutination hervorrufen, in den roten Blutkörperchen und im Serum getrennt befinden, muß man bei der Untersuchung der agglutinablen Eigenschaften eines Individuums sowohl die roten Blutkörperchen, als auch das Serum prüfen.

Neben der Bestimmung der *Normalagglutination* haben vor allen Dingen VON DUNGERN und HIRSCHFELD die *Immunagglutination* im Blut angewandt. Durch Einspritzung von Blut kann man in einem anderen Individuum Antikörper — (Agglutinin) hervorrufen, die spezifisch auf die Blutkörperchen des Spenders einwirken.

Jedoch ist das Immunisierungsverfahren, besonders bei der Analyse isoagglutinatorischer Faktoren nicht ausschlaggebend, weil im Immunisierungsverfahren außer dem Iso- und Heteroagglutinin noch individuelle agglutinable Substanzen wirksam werden können, die einer genauen Bestimmung nicht zugänglich sind. Im Immunisierungsverfahren entscheidet über die Bildung von Antikörpern die *Zirkulationsfremdheit* (HIRSCHFELD).

Spritzt man einem Hund X Blut von Hund Y ein, so erzeugt Hund X gegen alle Antigene von Hund Y, die nicht in seinem Blutkreislauf vorhanden sind, Antikörper, gegen Agglutinogene also Agglutinine. Es bilden sich auch in Hund X Agglutinine gegen individuelle agglutinable Eigenschaften der roten Blutkörperchen von Hund Y, und so kann ein positiver Ausfall nicht nur durch isoagglutinable Faktoren bedingt sein, sondern individuelle Faktoren können die anderen überlagern.

Figur 1 (nach K. H. BAUER).



Figur 2 (nach K. H. BAUER).

Der Immunisierungsversuch wird hauptsächlich zur Prüfung der Wesensart der agglutinablen Substanzen herangezogen. Zur Bestimmung des Gehaltes an Agglutinogen und Agglutinin reichen die *Proben im Reagensglas* gewöhnlich aus.

Die *direkte* Mischung von Serum und Blut ist nur bei starkem Agglutiningehalt, wie bei der menschlichen Isoagglutination anwendbar. Für exakte Bestimmungen sind verfeinerte Verfahren angegeben, die vor allem dort Anwendung finden, wo der Gehalt an agglutinabler Substanz schwach ist.

Zur Trennung und näheren Bestimmung der einzelnen Agglutinine im Serum kann die *Absorptionsmethode* angewandt werden. Sie beruht darauf, daß sich die Substanzen, die die Agglutination hervorrufen, aneinander binden und dann dasjenige Agglutinin, das mit den roten Blutkörperchen verbunden ist, abzentrifugiert werden kann. So kann man auch, wenn man den Agglutiningehalt eines Serums vor dem Versuch festgestellt hat, nach der

Absorption prüfen, ob ein bestimmtes Agglutinin im Serum geblieben ist oder gebunden wurde.

Es ist hier nicht meine Aufgabe, auf die einzelnen Methoden der Blutgruppenuntersuchung einzugehen. Diesbezüglich verweise ich auf die Abhandlung von Schiff: „Die Technik der Blutgruppenuntersuchung."

Schiff hat selbst in einer Reagenzglasmethode eine besonders exakte Untersuchungsmethode angegeben.

II. Die Isoagglutination beim Menschen.

1. Die vier Blutgruppen.

Obwohl die erste Kenntnis der agglutinierenden Eigenschaft des Blutes von der Übertragung von Tierblut auf andere Tiere stammt (Immunisierungsversuche von Ehrlich und Morgenroth), wurde die Hämagglutination hauptsächlich am Menschen erforscht, da sich herausgestellt hat, daß im Gegensatz zum Tier beim Menschen konstante und gleichmäßige Verhältnisse vorliegen. Ohne deren Kenntnis hätte die Erforschung der tierischen Verhältnisse bei weitem nicht den heutigen Standpunkt erreicht.

Die direkte Reaktion zwischen Serum und Blutkörperchen vom Menschen hat zur Aufstellung von Agglutinogenen *gruppenspezifischen* Charakters und ihnen entsprechenden Agglutininen geführt. Es bestätigt sich die Annahme, daß es zwei Agglutinogene gibt, die A und B genannt wurden, die

1. getrennt,
2. zusammen vorkommen können,
3. beide fehlen können.

Dementsprechend fanden sich im Serum die betreffenden Agglutinine α und β, die dann in dem Serum gefunden wurden, wenn in dessen Blutkörperchen das betreffende Agglutinogen nicht vorhanden war (Landsteinersche Regel).

Die Agglutinogene muß man auf Grund verschiedener Beobachtungen als primäres, die Agglutinine als sekundäres serologisches Merkmal bezeichnen. Dies erkennt man aus der Tatsache, daß beim Embryo schon regelmäßig Agglutinogene gefunden werden, während Agglutinine erst im Säuglingsalter nachweisbar auftreten.

Man bezeichnet demnach auch die vier klassischen Blutgruppen je nach Vorhandensein der Agglutinogene A und B mit O, A, B und AB.

Die Agglutinine für A werden mit α bezeichnet, die für B

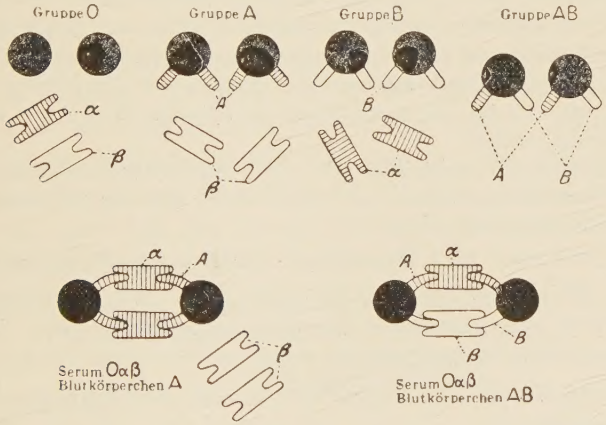
mit β. So lauten dann die vier vollständigen Formeln, die auch die Agglutininverhältnisse darstellen: O$\alpha\beta$, Aβ, Bα, ABo.

Diese Bezeichnung ist jetzt nach dem Vorschlag von Dungern und Hirschfeld fast allgemein eingeführt worden.

Figur 3 veranschaulicht schematisch die Verteilung von A, B und α und β in den einzelnen Gruppen und den Vorgang der Bindung.

2. Die Bedeutung der Isoagglutination.

Bei der Entdeckung der Isoagglutination glaubte man, einen *konditionellen* Faktor des Blutes vor sich zu haben, d. h. man



Figur 3 (nach Lattes).

glaubte, die Reaktion träte nur unter veränderten, meist krankhaften Bedingungen auf; die Entdeckung der Blutgruppen und ihre Vererbbarkeit lehrte jedoch, daß die Isoagglutination eine *erbkonstitutionelle* und physiologische Eigenschaft des Blutes ist.

Die verschiedensten Disziplinen haben sich die Ergebnisse der Blutgruppenforschung, die innerhalb kurzer Zeit großen Umfang annahmen, zunutze gemacht. Praktisch-medizinisch, rassen- und erbbiologisch hat die Blutgruppenforschung große Bedeutung gewonnen.

Seitdem bekannt ist, daß man einem Menschen das Blut eines anderen transfundieren darf, wenn das Serum des Empfängers die roten Blutkörperchen des Spenders nicht agglutiniert, sind die Gefahren der Bluttransfusion so gut wie behoben, und die Bluttransfusion ist seitdem ein wirksames Hilfsmittel der *Chirurgie* geworden.

In wenigen Minuten läßt sich heute durch Testsera, die von verschiedenen Firmen in den Handel gebracht werden, die Blutgruppenzugehörigkeit eines Menschen bestimmen. Man bedient sich dabei der Sera mit dem Agglutiningehalt α und β und kann unmittelbar aus zwei Reaktionen die Blutgruppenzugehörigkeit ablesen.

Folgendes Schema stellt die vier Möglichkeiten von positiver und negativer Reaktion dar.

	Testserum der Gruppe A	Testserum der Gruppe B	Gefundene Blutgruppe
Zu untersuchende Blutkörperchen	+	+	AB
	—	+	A
	+	—	B
	—	—	0

Weiter hat die *Rassenbiologie* die Ergebnisse der Blutgruppenforschung zur Klärung ihrer Probleme herangezogen. Es hat sich gezeigt, daß die agglutinablen Substanzen nach verschiedenen Regionen verschieden verteilt sind. In der europäischen Bevölkerung kommen die Gruppen O und A fast in gleicher Anzahl vor (43%), die Gruppe B in weit geringerem Prozentsatz (12%), die Gruppe AB in weniger als 6%. Durch Massenuntersuchungen auf allen Erdteilen wurde festgestellt, daß sich im Gegensatz hierzu die Substanz B in Asien und Afrika in der Überzahl befindet.

Die *gerichtliche Medizin* wendet die Blutgruppenuntersuchung in erster Linie bei Vaterschaftsprozessen an. Sie bedient sich der Tatsache, daß die Blutgruppenzugehörigkeit erblich ist.

von Dungern und Hirschfeld haben zuerst nachgewiesen, daß sich die *Blutgruppenzugehörigkeit nach den Mendelschen Gesetzen vererbt,* der spezielle Vererbungsmodus konnte aber von ihnen noch nicht sichergestellt werden.

Der *Beweis* für die Vererbbarkeit der Blutgruppen wird dadurch erbracht,

1. daß bestimmte Kombinationen der Eltern nur bestimmte Nachkommensorten hervorbringen können,
2. daß diese Phänotypensorten in ganz bestimmten Proportionen auftreten. (K. H. Bauer.)

3. Vererbungstheorien.

Nach der Entdeckung der Vererbbarkeit der Blutgruppen ist die Frage nach dem Vererbungsmodus der Blutgruppen in den Vordergrund des Interesses gerückt.

Von dem Vererbungsmodus hängt nicht nur in weitgehendem Maße die Lösung von Vaterschaftsproblemen ab, er interessiert vor allen Dingen auch den Erbbiologen, weil in den Blutgruppen ein physiologisch konstantes Merkmal jedes Menschen gefunden ist.

Bisher standen sich unter vielen Theorien über den Vererbungsmodus hauptsächlich zwei gegenüber, die von Bernstein und von Dungern und Hirschfeld.

von Dungern und Hirschfeld nehmen an, daß die isoagglutinablen Substanzen A und B unabhängige allelomorphe Merkmale sind, denen das Fehlen dieser Eigenschaften a und b gegen-

übersteht. Folgendes Schema stellt die Erbformel für die vier Blutgruppen dar:

Phaenotypus	Genotypus			
O	aabb			
A	AAbb	Aabb		
B	BBaa	Bbaa		
AB	AABB	AaBB	AABb	AaBb

Nach von Dungern und Hirschfeld sollen die Genpaare AA, aa und BB, bb als unabhängige allelomorphe Paare nach den Mendelschen Gesetzen vererbt werden.

Demgegenüber nimmt Bernstein drei multiple Allelomorphe an, von denen jedoch immer nur zwei in einem Individuum vereinigt sein können. Er nennt sie A, B und R und setzt R, das rezessiv sein soll, als RR für die Gruppe O ein. Dadurch vereinfacht er das Erbschema auf *ein* Genpaar. Der Gruppe O entspricht nach Bernstein die Erbformel RR, der Gruppe A die Erbformeln AA oder AR, der Gruppe B die Erbformeln BB oder BR und der Gruppe AB auch die Erbformel AB.

Gesamtstatistik der menschlichen Blutgruppen nach K. H. Bauer. (Sammelstatistiken Hirschfeld und Furuhata.)

Ehen	Zahl der Familien	Blutgruppen der Kinder								Kinderzahl
		O		A		B		AB		
		abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
O × O	491	1164	99,3	8	0,7					1172
A × A	493	221	18,1	1002	81,9					1223
B × B	134	56	17,2			269	82,8			325
O × A	1018	985	41,7	1357	57,6	11	0,4	8	0,3	2361
O × B	450	438	41,7	3	0,3	607	57,9	1	0,1	1049
A × B	513	198	17,3	340	30,2	318	27,8	282	24,7	1144
O × AB	174	26	5,5	216	45,6	204	43,0	28	5,9	474
A × AB	173	10	2,3	200	45,6	103	23,6	125	28,5	438
B × AB	93	7	2,8	53	21,0	122	48,5	70	27,8	252
AB × AB	29			15	23,4	17	26,6	32	50,0	64
Zus.	3568	3105	36,5	3200	37,7	1651	19,4	546	6,4	8502

In jüngster Zeit hat K. H. Bauer auf Grund der Sammelstatistiken von Hirschfeld und Furuhata eine neue Theorie über die Vererbung der Blutgruppen veröffentlicht. K. H. Bauer wendet die beiden erbbiologischen Gesetze der *Faktorenkoppelung* und des *Faktorenaustausches* auf die Vererbung der Blutgruppen an. Er geht von der Tatsache aus, daß weder das Hirschfeldsche Erbschema quantitativ, noch das Bernsteinsche Schema qualitativ

den tatsächlichen Befunden der Blutgruppenforschung entsprechen.

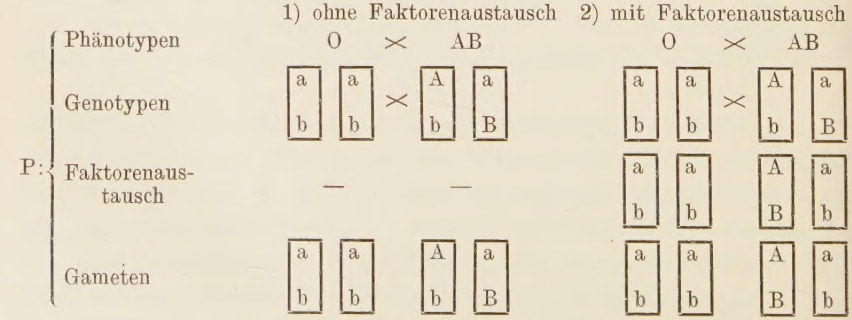
Die abweichenden Befunde stellen sich vor allen Dingen in den AB-Ehen heraus. An Hand der Vererbungsstatistik dieser Ehen beweist K. H. Bauer die Unhaltbarkeit der bisherigen Hypothesen. A und B können weder Glieder einer Reihe von multiplen Allelomorphen sein, noch können sie völlig unabhängig voneinander mendeln. K. H. Bauer fand, daß nur die *Annahme zweier gekoppelter Genpaare* mit einem gesetzmäßigen Faktorenaustausch allen tatsächlichen Beobachtungen gerecht wird.

„Eine solche *Faktorenkoppelung-Faktorenaustausch-Theorie* bedeutet,

1. daß die beiden verschiedenen Erbfaktoren A bzw. a und B bzw. b *im gleichen Chromosom, aber an verschiedenen Stellen* desselben gelegen sind und infolgedessen dem Mechanismus nach vererbt werden, ob es sich um *ein* Gen handelte,
2. daß in einem bestimmten Prozentsatz zwischen den homologen Chromosomen die betreffenden Faktoren so ausgetauscht werden, daß z. B. der Faktor A aus dem einen in das zweite homologe Chromosom gelangt, während der Faktor a vom zweiten in das erste Chromosom an die entsprechende Stelle gelangt oder ausgetauscht wird."

K. H. Bauer fand *deduktiv* von den AB-Ehen ausgehend, daß der Faktorenaustausch in 11% der Fälle stattfinden muß. Unter Zugrundlegung dieser Theorie zeigte sich eine verblüffende Übereinstimmung zwischen den zu erwartenden Zahlenverhältnissen und den tatsächlich gefundenen Werten (im Gegensatz zu der Theorie von Hirschfeld) und ebenso eine restlose Erklärung der qualitativen, früher scheinbar abnormen Befunde der Blutgruppeneigenschaften (im Gegensatz zu der Theorie von Bernstein).

Zur Veranschaulichung dieser Theorie sei folgende Tabelle über die besonders eindrucksvolle O×AB-Ehe der Arbeit von K. H. Bauer entnommen.



F:	Genotypen	A b	a b		a B	a b		a b	a b		A B	a b
	Phänotyen	A			B			O			AB	
	Proportion	1	:		1			1	:		1	

Die zahlenmäßige Auswertung dieser Erbformel zweier gekoppelter Genpaare mit einem Austauschwert 11 ergibt für die O × AB-Ehe folgendes:

Blutgruppen der Kinder:	O	A	B	AB
Theor. Erwartung:	5,5	44,5	44,5	5,5
Beobachtung:	5,5	44,6	43,0	5,9
3 fach. mittl. Fehler der Erwartung:	± 3,1	± 6,9	± 6,9	± 3,1

Eine tabellarische Übersicht über sämtliche Elternkombinationen und die Blutgruppen der Kinder zeigt, in welch hohem Maße theoretische Berechnung und tatsächliche Beobachtung übereinstimmen.

Ehen		Gruppen der Kinder in %			
		O	A	B	AB
O × O	berechnet	100			
	beobachtet	99,3			
A × A	berechnet	17,1	82,9		
	beobachtet	18,1	81,9		
B × B	berechnet	20,2	79,8		
	beobachtet	17,2	82,8		
O × A	berechnet	41,4	58,6		
	beobachtet	41,7	57,6		
O × B	berechnet	45	55		
	beobachtet	41,7	52,9		
A × B	berechnet	18,8	26,6	29,9	32,4
	beobachtet	17,3	30,2	27,8	24,7
O × AB	berechnet	5,5	44,5	44,5	5,5
	beobachtet	5,5	45,6	43,0	5,9
A × AB	berechnet	2,3	47,7	18,4	31,6
	beobachtet	2,3	45,6	23,6	28,5
B × AB	berechnet	2,5	20,3	48,0	30,2
	beobachtet	2,8	21,0	48,5	27,8
AB × AB	berechnet	0,3	24,7	24,7	50,3
	beobachtet		23,4	26,6	50,0

Da sämtliche 29 Klassen bis auf einen Wert, der hart an der Grenze gelegen ist, innerhalb des dreifachen mittleren Fehlers der Erwartung gelegen sind, so darf damit die Aufklärung des lange umstrittenen und seit 1910 unentschiedenen Vererbungsmechanismus nach der Theorie von K. H. Bauer nunmehr als gesichert angesehen werden, es wäre damit zugleich aber auch der erste

Nachweis einer autosomalen Faktorenkoppelung beim Menschen und des ersten Faktorenaustausches samt Austauschwert erbracht.

Die Blutgruppenforschung hat beim Menschen noch ein weites Feld der Betätigung. Schon rein äußerlich wird das durch den Umstand bewiesen, daß sich eine aus den verschiedensten Fachvertretern zusammengesetzte wissenschaftliche Gesellschaft zur Untersuchung der Blutgruppen gebildet hat.

Bei allem Umfang der Blutgruppenforschung beim Menschen hat aber auch diese selbst ein großes Interesse an der Frage der Blutgruppen bei Tieren.

Z. B. ist zur Entscheidung des Vererbungsmodus, und um klare Zahlenverhältnisse zu bekommen eine möglichst große Anzahl von AB-Ehen notwendig gewesen. Die AB-Ehen sind aber bei dem sehr kleinen prozentualen Anteil der AB-Gruppe an der Gruppenverteilung selten. In den Sammelstatistiken von Hirschfeld und Furuhata finden sich nur 469 AB-Ehen, und diese fallen nach der Gruppenzugehörigkeit des zweiten Elters auch wieder prozentual in vier Teile, so daß sich für die einzelnen Kombinationen verhältnismäßig nur wenig Ehen finden.

Ferner läßt sich bei einem abweichenden Befund stets der Einwand machen und nicht widerlegen: pater semper incertus.

Von diesen Gesichtspunkten aus liegt die Frage nach dem *Tierexperiment* besonders nahe.

Beim Tier würden manche Schwierigkeiten, die beim Menschen bestehen, besonders bezüglich der Untersuchung der Erbformel fortfallen.

1. Man kann beliebige Gruppenkreuzungen vornehmen.
2. Der Einwand: „pater semper incertus“ fällt hier fort.

So kommt es, daß schon allein deswegen die Blutgruppenforschung ein großes Interesse daran hat, Blutgruppen bei *Tieren* zu finden, um überhaupt durch Vergleich zahlreicher Tierarten die ganze Blutgruppenfrage auf eine wesentlich breitere biologische Basis zu stellen, um so auf dem Wege über vergleichende Serologie, Phylogenese etc. das Wissen zu vertiefen.

Ich stellte mir deshalb im Hinblick auf die grundsätzliche Bedeutung der Erfahrungen am Tier und zugleich als Vorarbeit für experimentelle Blutgruppenuntersuchungen die *Aufgabe,* das bisherige *Erfahrungsmaterial über Blutgruppen bei Tieren* als Basis für solche Untersuchungen zu bearbeiten und in Beziehung zum menschlichen Material zu setzen.

Die Blutgruppenforschung kann die Untersuchung der Tiere von zwei Gesichtspunkten aus betrachten:

1. kann sie sich die Frage stellen: Kommt Isoagglutination beim Tier vor und in welcher Verteilung?
2. kann sie fragen: In welchen Beziehungen stehen die agglutinablen Eigenschaften der Menschen und Tiere zueinander?

Für diese sind ausschlaggebend

1. die Ergebnisse der Heteroagglutination,
2. die vergleichenden serologischen Untersuchungen über die agglutinablen Substanzen.

III. Die Isoagglutination bei Tieren.

Die Isoagglutination wurde an den Tieren in erster Linie für das Tierexperiment erforscht. Zu einem Vergleich mit den menschlichen Verhältnissen ist natürlich Vorbedingung, daß die Ergebnisse beider Species einander entsprechen. Dieses ist bis heute nicht der Fall. Lattes kommt zu dem Schluß, daß die menschlichen Blutgruppen ein ziemlich unvollständiges Korrelat in analogen Eigenschaften höherer Wirbeltiere finden.

Verfolgt man die Untersuchungen an Tieren nach dem zoologischen System, so findet man außer bei den Sängern nur Veröffentlichungen über Frösche und Vögel.

Bei 20 Fröschen fand Fishbein keine Agglutination (1913). Bei Hühnern fanden Wesceszky und Landsteiner keine Anhaltspunkte für Isoagglutination. Nach Brockmann haben Vögel anscheinend Agglutinine gegen A und B. Das Isoagglutinin β wurde aber nicht absorbiert.

1. Nagetiere.

Von unseren Versuchstieren der Nager wurden die *Mäuse* von Mac Dowel und Hubbard untersucht. Sie brachten 11 Mäuserassen und von diesen 48 Sera und 300 Blutproben zusammen und erhielten in 1180 Kombinationen nur zweimal eine Agglutination, die sich im Wiederholungsversuch nicht wieder zeigte. Mäuseblutzellen, die sie mit Meerschweinchenserum und Hammelserum mischten, wurden stets agglutiniert, dagegen fand mit Rattenserum keine Reaktion statt.

Rhodenberg untersuchte *Ratten* und zwar unter dem Gesichtspunkt, ob die Unregelmäßigkeiten, die bei der Transplantation von Tumoren vorkommen, in Zusammenhang mit der Isoagglutination oder Isohämolyse stehen. Er ordnete 50 Ratten in 3 Typen, je nach der Empfänglichkeit für Tumoren und unter-

suchte sie in Serien von 10 Tieren. Es zeigte sich weder Agglutination noch Hämolyse.

Bei 18 *Meerschweinchen* verschiedener Herkunft fand Wesceszky keine Agglutination, ebenso Ludwig Fleischer, der 12 Tiere gegeneinander auswertete. *Verfasser* kann diese Befunde bestätigen. Er fand bei 10 Meerschweinchen keine Isoagglutination. Er ging bei seinen Versuchen an Meerschweinchen folgendermaßen vor:

Es wurden 10 nach Farbe und Haarbeschaffenheit möglichst verschiedene Meerschweinchen gegeneinander ausgewertet, und zwar das Serum jedes Tieres gegen die Blutkörperchen jedes Tieres.

Das Blut wurde aus dem Ohr entnommen. Durch einen 1—2 mm langen Scherenschnitt in die Randvene gelang es, genügend Blut zu gewinnen (bis 3 ccm). Das Blut wurde die Nacht über in den Eisschrank gestellt und am anderen Morgen nach Serum und Blutkörperchen getrennt.

Die roten Blutkörperchen wurden unverdünnt und auch in einer 2—5%igen Aufschwemmung einer NaCl-Nacitr.-Lösung mit dem Serum zusammengebracht, zunächst auf dem Objektträger bei Zimmertemperatur, dann auch mittels der Reagenzglasmethode.

Bei der Objektträgermethode zeigten sich in 70 –80% Zusammenballungen, die bei den unverdünnten Blutkörperchen weit stärker waren als bei den verdünnten.

Ein Teil dieser Zusammenballungen und Klumpenbildung konnte von vornherein als Scheinagglutination erkannt werden. Bei den anderen Fällen entschied die Reagensglasmethode.

Serum und Blutkörperchenaufschwemmung wurden im Verhältnis 1:2 zusammengebracht, geschüttelt und dann ca. 2 Min. zentrifugiert. In allen Fällen lösten sich die abgesetzten Blutkörperchen in homogener Weise wieder auf.

Es fand also zwischen diesen 10 *Meerschweinchen* keine *Isoagglutination* statt.

Ottenberg und Friedmann, die zunächst bei 32 *Kaninchen* vier Gruppen gefunden zu haben glaubten, haben diese Annahme wieder aufgegeben. Entsprechende Versuche von Wesceszky an 22 Tieren, Hektoen, Fishbein an 25 Tieren, ebenso Fleischer an 69 Kaninchen und Snyder an 80 Kaninchen, bestätigen das negative Ergebnis. Snyder beobachtete bei verschiedenen Rassen nur fünfmal Agglutination, die bei der Wiederholung der Versuche auch noch ausblieb. Bei der Prüfung mit Meerschweinchenserum und Schweineserum

wurde stets gleichmäßige Agglutination der Kaninchenblutkörperchen beobachtet. Es ist noch zu erwähnen, daß Fleischer bei Kaninchen nach Injektion von menschlichem Serum und abgetöteten Typhusbazillen Isoagglutination fand.

2. *Fleischfresser.*

Von den *Fleischfressern* sind bisher Hunde und Katzen untersucht. Bei 40 *Katzen* beobachtete Ingebrigsten 1912 keine Isoagglutination. Die Befunde beim *Hund* sind dagegen verschieden. Hektoen veröffentlichte 1907 negative Befunde, Wesceszky 1920 bei einem Hund von 8 Hunden einen positiven Befund. Die Blutkörperchen dieses Hundes wurden von zwei anderen agglutiniert, während das Serum keine Blutkörperchen agglutinierte. Jedoch war diesem Hund intravenös Blutegelextrakt gegeben, so daß der Befund nicht verwertet werden konnte. Fishbein erhob ähnliche Befunde wie von Dungern und Hirschfeld und hält die Agglutination bei Tieren für so wenig ausgesprochen, daß eine Einteilung darauf nicht begründet werden kann.

Anders sind die Ergebnisse, die Zwetkow 1927 veröffentlichte. Er untersuchte 85 Tiere in Serien von 7—15 Stück und fand von vornherein positive Ergebnisse. Er wiederholte seine Versuche z. T. achtmal und konnte die ersten bestätigen. Zwetkow teilte die Tiere in 5 Gruppen ein, fand keins, das zur Gruppe 1 (O) gehörte, 37 zur Gruppe 2 (A), 19 zur Gruppe 3 (B), 23 zur Gruppe 4 (AB) und 6 zur Gruppe 5. Zu jeder Gruppe fand er mehrere Untergruppen, so daß im ganzen 19 Gruppierungen resultierten, die einerseits nach der Agglutinationsfähigkeit des Serums, andererseits nach dem Agglutinogengehalt der roten Blutkörperchen aufgestellt wurden. Die Gruppierung in 19 Gruppen ist sehr unübersichtlich und Verfasser glaubt, daß Zwetkow zu einem wesentlich einfacheren Schema gekommen wäre, wenn er den Gehalt an Agglutinogenen als Hauptcharakteristikum angesehen hätte und das Fehlen von Agglutininen, wo er sie erwartete als Defekt und nicht als gruppenspezifische Eigenschaft aufgestellt hätte. Denn bei den folgenden Berichten über die Huftiere begegnen wir oft der Tatsache, daß bei einer Gruppeneinteilung nach der agglutinatorischen Fähigkeit der roten Blutkörperchen die Agglutinine fehlen, die man nach der Landsteinerschen Regel erwarten sollte, z. B. bei der Gruppe O einmal anti-A und ein anderes Mal kein Agglutinin. Deswegen erweitert Hirschfeld die Landsteinersche Regel und sagt, daß die Fähigkeit oder Unfähigkeit bestimmte

Antikörper zu bilden nicht nur an den Mangel eines zugehörigen Agglutinogens im Blute gebunden ist.

3. Huftiere.

Bei den *Huftieren* begegnen wir anderen Verhältnissen als bei den bisher besprochenen Tierarten. Es ist besonders in den letzten Jahren zu einer genaueren Kenntnis der serologischen Verhältnisse dieser Tiere viel beigetragen.

Bei den *Rindern* fanden Hektoen und Fishbein zunächst wenige ausgesprochene Gruppierungen, doch stellten Ottenberg und Friedmann drei Gruppen auf, die sich dadurch kennzeichnen, daß die erste Gruppe das einzig vorkommende Isoagglutinin, die zweite Gruppe das einzige Isoagglutinogen und die dritte Gruppe keins von beiden enthält.

Bei *Schweinen* fanden Fishbein (60 Tiere) und Wesceszky (11 Tiere) Gruppierungen, die sich aber nicht systematisieren ließen. Erst neuerdings haben Szymanowsky, Stetkiewicz und Wachler bei Schweinen systematisierbare Blutgruppen gefunden. Auch hier sollen drei Gruppen bestehen, von denen die erste agglutinable Erythrozythen, die zweite Agglutinine und die dritte weder Agglutinin noch Agglutinogen enthält. Dieselben Autoren haben von fünf Schweinekreuzungen folgenden Stammbaum veröffentlicht:

Vater	O Anti A	O Anti A	O Anti A	O Anti A	O Anti A
Mutter	O Anti A	O Anti A	A	O Anti A	O
Kind 1	O	O Anti A	A	O Anti A	O
Kind 2	O Anti A	O Anti A	O	O Anti A	O Anti A
Kind 3	O Anti A	O Anti A	A		
Kind 4	O	O Anti A	O Anti A		
Kind 5	O	O			
Kind 6	O Anti A	O Anti A			
Kind 7		O			
Kind 8		O Anti A			

Ähnliche Befunde erhoben Bialosuknia und Kaszkowsky bei *Schafen*. Sie untersuchten 150 Tiere, die zu fünf verschiedenen Rassen gehörten, in Serien von 20—24 Stück. Sie fanden die Gruppen A und O. Von 144 Tieren enthielten 64 das Agglutinogen A. Von 81 Tieren, die zur Gruppe O gehörten, enthielten 36 anti-A im Serum, 46 kein anti-A im Serum.

Als Charakteristikum für die bisher erwähnten Huftiere kann man wohl das Vorkommen von drei ausgeprägten Blutgruppen bezeichnen.

Anders liegen die Verhältnisse beim *Pferd*. Hier finden sich zwei Substanzen A und B, jedoch sind die Agglutininverhältnisse schwankend. Besondere Eigenschaften des Pferdeblutes sind die starke Autoagglutination und Geldrollenbildung, die wohl zum größten Teil Schuld daran ist, daß bei den früheren Untersuchungen keine einwandfreien Ergebnisse erzielt wurden. Deswegen mußte es zunächst Ziel der Untersuchungen sein, Reaktionen zu finden, bei denen die störenden Einflüsse ausgeschaltet wurden.

Klein, Wesceszky und Walsh beobachteten Unregelmäßigkeiten der Isoagglutination, die auf Gruppenbildung hindeuteten. Hirschfeld und Przesmycki stellten als erste Gruppen auf. Bei 45 Tieren fanden sie, daß man auch bei Pferden A und B unterscheiden kann. A findet sich in 70%, B in 15%, A und B fehlen beide in 9%. Während sich nun aber beim Menschen die entsprechenden Agglutinine regelmäßig finden, sind die Agglutinine beim Pferd nicht immer vorhanden. Die A-Gruppe enthält anti-B nur in 15% der Fälle. Neben diesen Unregelmäßigkeiten konstatierten Hirschfeld und Przesmycki, daß die Isoagglutination der Pferde wesentlich schwächer als beim Menschen ist. Außerdem fanden sich Nebengruppen, und einzelne Pferde konnten nicht in die klassischen Blutgruppen eingereiht werden.

Landsteiner und von der Scheer schließen sich mit Untersuchungen an 40 Pferden diesen Befunden im großen und ganzen an.

Schwarz untersuchte 100 Pferde, nachdem er zunächst in langwierigen und mühsamen Vorversuchen eine Technik gefunden hatte, die ihm zur Untersuchung von Pferdeblut am besten geeignet schien. Er untersuchte die Pferde in Serien von 20 Stück und fand von 100 Pferden vier, die kein Agglutinogen enthielten; von diesen agglutinierten 2 alle anderen Blutkörperchen, gehörten also zweifellos zur Gruppe O. 47 Plasmen enthielten kein Agglutinin; die dazugehörigen Blutkörperchen wurden z. T. sehr reichlich, z. T. spärlich agglutiniert. Er zählte sie zur Gruppe AB und konnte die meisten anderen Pferde in die Gruppe A einordnen, während es ihm nicht gelang, mit Sicherheit die Gruppe B aufzustellen. Was für die Anwendbarkeit des Viergruppenschemas spricht, ist die Tatsache, daß dort keine Agglutination auftritt, wo sie der Theorie nach ausbleiben muß (Schwarz).

In jüngster Zeit veröffentlichte Schermer Ergebnisse über Befunde an 50 Pferden. Auch ihm ergab sich die Möglichkeit, das Viergruppenschema durchzuführen. Von den untersuchten Tieren gehörten 44% zur Gruppe A, 18% zur Gruppe B, 18%

zur Gruppe O, 4% zur Gruppe AB und 16% konnte er nicht in die klassischen Gruppen einordnen. Von der Gruppe A haben das entsprechende Agglutinin β 56%, von der Gruppe B das Agglutinin α 28%. In der Gruppe O fand sich β bei 82%, α bei 80%. Schermer stellte fest, daß sich bei der Gruppe O keine Trennungsmöglichkeit von α und β ergab. Außerdem ist noch bemerkenswert, daß Schermer auch bei Pferden Unterschiede in der Verteilung von A und B bei östlichen und westlichen Pferden fand.

Groll hat die Isohämagglutination vor allen Dingen bei Pferden von einem andern Gesichtspunkt aus bearbeitet und ihr durch seine Untersuchungen einen praktischen Wert für die Zucht beigelegt.

Wie die *Verteilung* der A-und B-Substanz bei den Menschen ein Rassenmerkmal ist, aber nicht A und B selbst, so gibt es nach Groll auch ein typisches serologisches Verhalten des Bluteiweißes für Individuen, die unter den Begriff Rasse fallen.

Für die Fortpflanzung und für die Züchtung gewisser Eigenschaften spielt die Homogenität des Bluteiweißes nach Groll eine entscheidende Rolle.

Groll hat nun versucht, mit Hilfe einer besonderen Technik die Homogenität der zu paarenden Tiere zu bestimmen. Mit seiner Technik hat er vor allen Dingen den Grad der Hämagglutination feststellen wollen und hat hierfür eine Reihe von typischen „Blutbildern" aufgestellt. Auf Grund seiner Befunde hat Groll Kreuzungen vorgenommen, die zum Teil ein günstiges Ergebnis betreffs der Nachkommenschaft hatten, außerdem konnte er feststellen, daß einzelne Pferderassen zur Kreuzung nicht geeignet waren.

Da die Pferde eine lange Brut- und Entwicklungszeit zur vollkommenen Beurteilung bedürfen, kann über den Wert dieser Untersuchung noch kein endgültiges Urteil gefällt werden, die Zukunft und die Vervollkommnung der Blutgruppenforschung muß lehren, ob „der Grundgedanke dieser Arbeit Geltung behalten" kann.

Es wäre hier der Platz, mit der Erforschung der Blutgruppen bei *Affen* fortzufahren. Dies soll jedoch später vorgenommen werden, weil bei den Affen die grundsätzliche Frage nach der phylogenetischen Beziehung zu den Menschen interessiert.

Fassen wir die *Ergebnisse* der Blutgruppen bei Tieren zusammen, so kommen wir zu dem Schluß, daß sich die agglutinablen Substanzen der Tiere qualitativ und quantitativ von denen des Menschen unterscheiden.

Die Isoagglutination ist beim Tier, wo sie vorkommt, weit schwächer ausgeprägt als beim Menschen. Während beim Menschen noch eine Agglutination in einer Serumverdünnung von 1:300 auftritt, wurde beim Pferd eine Agglutination nur bis zu einer Verdünnung von 1:10 beobachtet.

Als weitere *Schwierigkeiten* bei den Tieren kommen die bisher ungeklärten lückenhaften Befunde hinzu, vor allem im Agglutiningehalt. Außerdem finden sich bei manchen Tieren, z. B. beim Pferd, serologische Eigenschaften, die schon die Technik der Untersuchung erschweren. Zwetkow behauptet, daß Agglutination bei seinen Versuchen nur dann auftrat, wenn die Blutkörperchen in Salzlösung aufgeschwemmt waren. Schwarz hat eine Technik ausgearbeitet, die für die Untersuchung des Pferdeblutes besonders geeignet erscheint. Während gewöhnlich die Blutkörperchen in einer 2—5 %igen Aufschwemmung mit dem Serum zusammengebracht werden, zentrifugiert werden und das Ergebnis abgelesen wird, bringt Schwarz 0,95 Plasma mit 0,05 einer zweimal gewaschenen 25 %igen Blutkörperchenaufschwemmung zunächst eine halbe Stunde in den Brutschrank und läßt die Reaktion darauf 12 Stunden bei Zimmertemperatur stehen.

Trotz aller Versuche sind die Verhältnisse beim Tier keineswegs restlos geklärt. Die positiven Befunde stehen zum großen Teil vereinzelt da. Bei allen Tierarten sind noch Nachuntersuchungen und Versuche notwendig. Andererseits darf auch nicht außer Acht gelassen werden, daß die wenig befriedigenden Ergebnisse z. T. auch noch auf Täuschungen und Unzulänglichkeiten zurückzuführen sind.

Man kann mit Berechtigung erwarten, daß bei gewissen Tieren dem Menschen ähnliche, feststehende Verhältnisse gefunden werden, und dann dürfte auch das Kreuzungsexperiment beim Tier mit Erfolg angewandt und zu Klärung zahlreicher strittiger Fragen auch beim Menschen herangezogen werden können.

IV. Die Beziehungen der agglutinablen Eigenschaften von Mensch und Tier.

1. Die Heteroagglutination.

Nachdem wir die Isoagglutination bei Menschen und Tieren gesondert betrachtet haben, liegt es nahe, auf die Frage einzugehen: Wie reagiert das *menschliche Blut,* wenn man es mit dem *Serum der Tiere* zusammenbringt, und wie reagiert das *tierische Blut*, wenn man es mit dem *menschlichen Serum* zusammenbringt?

Nehmen die Menschen betreffs der Stärke und des Vorkommens von isoagglutinablen Eigenschaften eine Vorrangstellung unter den Lebewesen ein, so tun sie es auch betreffs der heteroagglutinablen Eigenschaften. Im allgemeinen agglutiniert das menschliche Serum fast alle Tierblutkörperchen, und das Serum der meisten Tierarten agglutiniert die Menschenblutkörperchen. Aber es haben sich hier Unterschiede herausgestellt, die eine Systematisierung sehr erschweren, ja unmöglich machen.

Die Unterschiede beschränken sich nämlich oft nicht auf die Art- oder Gruppenzugehörigkeit, sondern bei der Heteroreaktion kommen auch individuumspezifische Reaktionen vor.

Bei meinen Untersuchungen an Meerschweinchen ergab die Heteroagglutination verschiedene Resultate. Während Menschenserum die Meerschweinchenblutkörperchen regelmäßig agglutinierte, agglutinierten drei Meerschweinchensera das Menschenblut überhaupt nicht. Blut der Gruppe O wurde ebenfalls nicht agglutiniert. Blut der Gruppe A wurde in einigen Fällen von allen Meerschweinchensera, in anderen Fällen nur von einem Teil der Meerschweinchensera agglutiniert.

Fleischer fand, daß von 12 Meerschweinchen überhaupt nur drei menschliche Blutkörperchen agglutinierten.

Bei anderen Tieren erhoben von Dungern und Hirschfeld ähnliche Befunde.

Dieser kurze Hinweis mag genügen, um darzutun, daß die Heteroagglutination nicht zu einer Systematisierung geeignet ist.

von Dungern und Hirschfeld haben einen anderen Weg eingeschlagen, um systematisierbare Unterschiede der Heteroagglutination zu erhalten. Sie wandten die *Absorptionsmethode* an, d. h. sie entzogen dem Serum von Hunden die artspezifischen Agglutinine durch Absorption mit Menschenblut der Gruppe O und prüften dann das Serum mit den verschiedenen menschlichen gruppenspezifischen Blutkörperchen. Nun fanden sich bei gewissen Hunden auch *gruppenspezifische* Agglutinine für Menschenblut und zwar in Gruppierungen, die denen durch Einwirkung menschlicher Agglutinine ähnlich waren und das Viergruppenschema bestätigten.

Durch ähnliche Untersuchungen fanden sich bei Schweinen vor allem Agglutinine gegen A, bei Hühnern gegen B.

Bei der Prüfung der Blutkörperchen der Wirbeltiere mit α und β vom Menschen absorbierten Kaninchen nie α, doch meist β, Hunde vereinzelt α, immer β, Rinder meist β.

Es würde über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen, alle anderen Befunde dieser Art aufzuzählen. Diesbezüglich sei auf die umfangreiche Spezialliteratur verwiesen (s. LATTES und HIRSCHFELD).

2. Nachdem isoagglutinable Eigenschaften bei Menschen und Tieren gefunden sind, und experimentell sich eine gegenseitige Beeinflussung hat feststellen lassen, interessiert uns zuletzt noch die Frage:

In welchen *serologischen Beziehungen* stehen die agglutinablen Eigenschaften der Menschen und Tiere zueinander.

Von einer phylogenetischen Betrachtungsweise ausgehend sollen an dieser Stelle die Tiere behandelt werden, die im biologischen System dem Menschen am nächsten stehen, die *Affen*. Sie sind bisher in größerer Anzahl von LANDSTEINER und MILLER untersucht worden. Diese wandten dazu eine verfeinerte Technik an und diese soll hier wegen ihrer grundsätzlichen Bedeutung, die sie für den Vergleich der agglutinablen Substanzen gewonnen hat, erwähnt werden.

Verf. stellten sich Kaninchenimmunsera gegen Blut von Menschen und Affen her und absorbierten sie dann mit Menschenblut der Gruppe O, andererseits ließen sie die Isoagglutinine zuerst an die Blutkörperchen binden, um sie bei 56 Grad zurückzugewinnen. Sie erhielten dadurch „gereinigte“ Agglutininlösungen, die spezifischer waren als die Normalsera.

Mit Hilfe dieser verfeinerten Technik wiesen Verff. nach, daß lediglich das Blut der *anthropomorphen Affen* mit dem Menschenblut *identische* gruppenspezifische Bestandteile aufweist.

Von 18 Schimpansen gehörten drei zur Gruppe O, 12 zur Gruppe A, von 6 Orang-Utang gehörten zwei zur Gruppe A, drei zur Gruppe B, einer zur Gruppe AB, ein untersuchter Gibbon gehörte der Gruppe A an. (HIRSCHFELD.)

HIRSCHFELD knüpft an diese Befunde die Frage über die Entstehung der Blutgruppen. Er sagt:

„Entweder geht die gruppenspezifische Differenzierung der Menschen und Anthropomorphen voraus,

oder es haben gleichsinnige Mutationen bei Menschen und Anthropomorphen stattgefunden,

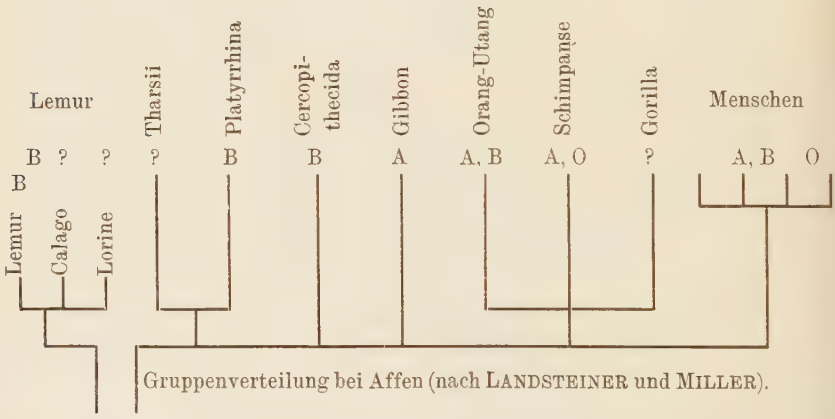
oder es stammen verschiedene Anthropomorphen und Menschen bestimmter Gruppen aus gemeinsamen Wurzeln.“

LANDSTEINER untersuchte weiter 46 Individuen, die den Affen der alten Welt angehören und fand bei ihnen keine Agglutinationen, weder mit Menschen α noch Menschen β. Von 22 Affen

der neuen Welt reagierten die Blutkörperchen mit Menschen α; eine Identität zwischen Menschen A und Affen A bestand hier allerdings nicht.

Mit Hilfe titrimetrischer Versuche mit seinen „gereinigten Agglutininlösungen" stellte Landsteiner auch fest, daß die serologischen Unterschiede zwischen Menschen und niederen Affen nicht größer sind als zwischen niederen Affen und Anthropomorphen. Dies spricht dafür, daß die anthropomorphen Affen nicht zwischen Menschen und niederen Affen stehen, sondern daß beide, Anthropomorphe und Menschen, aus einer gemeinsamen Wurzel stammen.

Auf Grund dieser Befunde stellen Landsteiner und Miller folgendes Schema über die Verteilung der Blutgruppen bei Affen auf:



Gruppenverteilung bei Affen (nach Landsteiner und Miller).

Während bei den anthropomorphen Affen eine *Identität* der Blutgruppeneigenschaften mit dem Menschen gefunden wurde, konnte eine solche zwischen Menschen und allen anderen Tieren, vom Affen der neuen Welt bis zu den Mollusken bisher nicht nachgewiesen werden. Bei letzteren fand von Dungern manchmal das gruppenspezifische Agglutinin α, hingegen konnte das Agglutinogen A nicht gefunden werden.

Wenn man nämlich mit Säugetierblutsorten das menschliche β aus dem Menschenserum entzog, so hätte dies Agglutinogen B auch mit dem tierischen β reagieren müssen. Dies haben weder von Dungern und Hirschfeld noch Landsteiner, Schiff, Adelsberger und Dölter bei verschiedenen Tieren feststellen können.

Bei Vergleichen zwischen menschlichem und tierischem β zeigte sich sowohl ein qualitativer wie quantitativer Unterschied.

Neuerdings wurden von Schiff und Adelsberger Arbeiten

über eine partielle Rezeptorengemeinschaft zwischen menschlichen und tierischen Agglutinogenen veröffentlicht, jedoch sind diese Versuche noch zu keinem Abschluß gekommen.

Alle diese Vergleichsbestimmungen sind eine Frage der Technik, mit deren Verbesserung auch weitere Resultate zu erwarten sind. So hat neuerdings Hirschfeld in einer noch nicht veröffentlichten Arbeit mit Hilfe der „gereinigten" Agglutininlösungen festgestellt, daß der Bestandteil A bei Schweinen und Hammeln mit dem menschlichen A serologisch identisch ist.

Fassen wir die Ergebnisse der Blutgruppenforschung bei Tieren zusammen, so finden wir,

1. daß bei gewissen Tierarten isoagglutinatorische Eigenschaften gefunden sind. Die Isoagglutination nimmt an Stärke und Zahl der isoagglutinablen Substanzen mit steigender phylogenetischer Reihe zu. Beim Menschen sind die Erscheinungen am stärksten ausgeprägt. Die Befunde bei einzelnen Tierarten lassen auch heute schon ein den Menschen vergleichbares Tierexperiment zu. Es ist wahrscheinlich, daß mit der Verbesserung der Technik noch den Menschen ähnlichere Befunde erhoben werden.
2. daß die Heteroagglutination zwischen Menschen- und Tierblut keine konstanten und systematisierbaren Resultate ergibt,
3. daß mit Ausnahme der anthropomorphen Affen die isoagglutinablen Substanzen der Tiere nach dem heutigen Stand der Blutgruppenforschung denen der Menschen nicht identisch aber weitgehend ähnlich sind. Auch hier sind mit Hilfe verbesserter Technik nähere verwandte Eigenschaften zu erwarten.

Literatur.

Amsel und Hirschfeld. Zeitschrift für Immunitätsforschung 43.
Bauer, K. H., 1928. Zur Genetik der menschlichen Blutgruppen. Zeitschr. f. indukt. Abst.- u. Vererbungslehre.
Bialosuknia und Kaszkowsky, 1924. Cpt. rend. des Seanc. de la Soc. biol. 90.
Brockmann, 1911. Zeitschrift für Immunitätsforschung 9.
Dölter, 1925. Zeitschrift für Immunitätsforschung 43.
—, 1925. Medizinische Klinik.
von Dungern und Hirschfeld, 1910/10. Zeitschr. f. Immunitätsforschung 4, 6, 8, 1911.
Fishbein, 1913. Journal of infect. diseases 12.
Fleischer, 1927. Zeitschrift für Immunitätsforschung 49.
Groll, 1927. Blutuntersuchungen mit Isohämaggl. zur Rassebeurteilung. Züchtungskunde.

Hirschfeld, 1907. Archiv für Hygiene 63.
—, 1924. Klinische Wochenschrift 46.
— Konstitutionsserologie.
— und Prcesmycki, 1924. ref.: Zentralblatt für Bakteriologie 76.
Ingebrigsten, 1912. Münch. med. Wochenschrift S. 1475.
Klein, 1902. Wiener klin. Wochenschrift.
Landsteiner und Miller, zit. Hirschfeld, Konstitutionsserologie, 1926. ref.: Zentralblatt für Hygiene.
— and v. der Scheer, 1924. Journal of Immunologie 9.
Lattes, 1925. Die Individualität des Blutes. Verlag Springer.
Ottenberg und Friedmann, 1911. Journ. of exp. med. 37.
Rohdenburg, 1919. Soc. for exp. Proceed. 16—17.
Schiff, 1926. Die Technik der Blutgruppenuntersuchung. Verlag Springer.
—, 1927. Klin. Wochenschrift 7.
— und Adelsberger, 1924. Zeitschrift für Immunitätsforschung 40.
Scheidt, 1927. Rassenunterschiede des Blutes. Verlag Thieme.
Schultz, 1905. Dtsch. Arch. für klin. Med. 84.
Schwarz, 1926. Zeitschrift für Immunitätsforschung 48.
Snyder, 1924. Journal of Immun. 9.
Szymanowsky, v. Stetkiewicz und Wachler, 1926. Cpt. rend des Seanc. de la Soc. de biol. ref.: Zentralbl. f. Bakt. 94, 83.
Walsh, 1924. Journal of Immun. 9.
Warnowsky, 1927. Münch. med. Wochenschrift 41.
Wesceszky, 1920. Biochem. Zeitschrift 107.
Witebsky, 1926. Zeitschrift für Immunitätsforschung 48 u. ff.
Zwetkow, 1927. Verhandl. der ständ. Kommission für Blutgruppenforschung 1.

Untersuchungen an Haustieren im Turkestan.

Von Professor Dr. Jur. Philiptschenko, Leningrad-Universität.

Zu den wichtigsten Reichtümern der U.S.S.R. gehören ihre Haustiere — jener unermeßliche zootechnische Fond, über den wir verfügen. Diese Reichtümer können aber weder als endgültig festgestellt, noch als wissenschaftlich erforscht bezeichnet werden. Wenn auch in der russischen zootechnischen Literatur sehr gediegene Untersuchungen betreffend die größeren Haustiere des Europäischen Rußlands vorhanden sind — angefangen von den Forschungen Middendorfs — so sind dagegen die ungeheuren zootechnischen Bestände, welche sich in den östlichen Teilen der U.S.S.R. — in Turkestan und überhaupt in Zentralasien — befinden, noch sehr wenig erforscht. Es ist von vornherein klar, daß gerade hier das größte wissenschaftliche und vielleicht auch wirtschaftliche Interesse zu suchen ist; deshalb gewinnt die Er-

Lebenslauf.

Am 10. März 1902 wurde ich als Sohn des praktischen Arztes Dr. med S. Herlyn in Pewsum, Kreis Emden, geboren. Von meinem 6. Lebensjahr an besuchte ich die Volksschule und später die höhere Privatschule in Pewsum. Ich besuchte von 1911 an das Wilhelmsgymnasium zu Emden, wo ich 1919 das Abiturientenexamen bestand. 5 vorklinische Semester studierte ich in Tübingen, Greifswald und Göttingen, 5 klinische Semester in München und Göttingen. Hier bestand ich im Sommer 1926 das medizinische Staatsexamen. Die erste Hälfte meines praktischen Jahres war ich in der medizinischen Universitätsklinik in Göttingen, die zweite Hälfte am Deutschen Hospital in London als Praktikant beschäftigt.

Seit Oktober 1927 bin ich als Assistent an der hiesigen chirurgischen Universitätsklinik tätig.